



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 196 30 173 C 2

51 Int. Cl. 7:
H 05 K 5/00
H 01 L 23/34

21 Aktenzeichen: 196 30 173.4-34
22 Anmeldetag: 26. 7. 1996
43 Offenlegungstag: 29. 1. 1998
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 2. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Semikron Elektronik GmbH, 90431 Nürnberg, DE

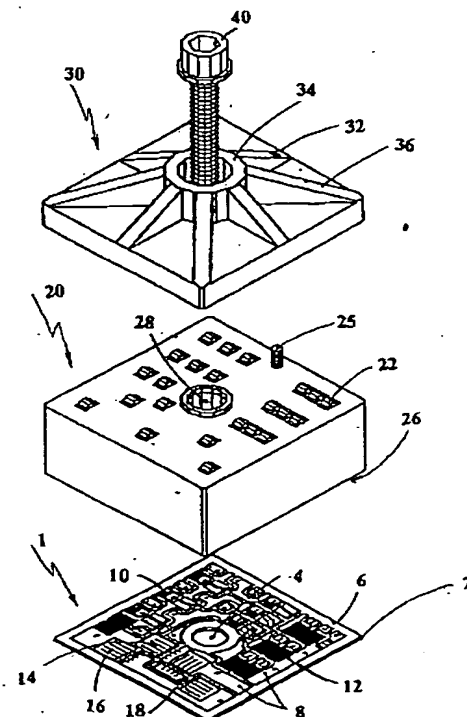
72 Erfinder:
Blösch, Christoph, 90765 Fürth, DE; Steger, Jürgen,
91355 Hiltoltstein, DE; Göbl, Christian, 90441
Nürnberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	43 10 446 C1
DE	28 49 418 C2
DE	1 95 31 496 A1
DE	44 43 498 A1
DE	41 37 200 A1
DE	36 30 830 A1
DE	35 08 456 A1
DE	91 13 498 U1

54 Leistungsmodul mit Halbleiterbauelementen

57 Leistungsmodul mit Halbleiterbauelementen mit mindestens einem Modulplättchen (1), auf dem mindestens ein chipförmiges Leistungshalbleiterbauelement (10) und Kontaktflächen (8) vorhanden sind, wobei jedes Bauelement mit zugehörigen Kontaktflächen mittels Verbindungselementen elektrisch leitend verbunden ist und mit einem Gehäuse (20), das für Druckkontakte ausgebildet ist, wobei das Modulplättchen (1) an seinen aufbauseitigen Kontaktflächen (8) über Druckfedern (22, 24), die in dem Gehäuse (20) schaltungsgerecht positioniert sind, mit den Kontaktflächen von Leiterplatten durch mindestens ein Befestigungselement (40) beim Befestigen auf Kühlflächen elektrisch verbunden und mechanisch unter Druck gesetzt wird, während das Gehäuse (20) im Verbund mit einem Druckstück (30) durch dessen Formgebungen für einen parallelen Aufbau und eine gute Druckverteilung an allen Kontaktstellen sorgen, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Modulplättchen (1) mindestens eine zentral gelegene Durchbohrung (4) vorhanden ist, durch die das mindestens eine Befestigungselement (40) zur Druckkontaktierung geführt wird und daß das Gehäuse (20) mindestens eine Hülse (28) zur hochspannungsfest isolierten Durchführung des mindestens einen Befestigungselements (40) aufweist, wobei einerseits durch die Hülse (28) des Gehäuses (20) und durch das Druckstück (30) in Zusammenwirken mit einem ausgehärteten Silikonverguß die elektrische Isolation und Hermetisierung erreicht wird und wobei andererseits mittels Noppen (25) eine verdrehungssichere Justage des Moduls mit der Leiterplatte bei der durch Verschrauben bewirkten Druckkontaktierung erzielt wird.



DE 196 30 173 C 2

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 30 173 C 2

Die Erfindung beschreibt ein Leistungsmodul mit Halbleiterbauelementen, insbesondere ein Stromumrichtermodul nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, das für direkte Druckkontaktverbindungen aller Leistungs- und Ansteueranschlüsse mit der äußeren Verschaltung und Kontaktierung geeignet ist. Direkte Druckkontaktverbinder sind aus der Technologie der Herstellung von Halbleitermodulen als Verbindungstechnik hinlänglich bekannt. Leistungsanschlüsse für sehr große Ströme und Stromdichten werden nach dem Stand der Technik als Schraub- oder Druckkontakte stoffbündig oder durch Löten bzw. Schweißen stoffschlüssig ausgeführt. Die Integration von passiven Bauelementen, wie sie für die Komplettierung der elektronischen Schaltung gleichfalls erforderlich sind, ist wegen deren stark temperaturabhängigen Verhaltens nach dem Stand der Technik bisher kaum praktikabel.

Die Kontaktsicherheit von Leistungsmodulen ist bei Dauer- oder Wechsellastbetrieb von entscheidender Bedeutung für die Funktionssicherheit der Schaltungsanordnung. Die äußeren Anschlüsse müssen bei wechselnden thermischen und elektrischen Belastungen immer einen sicheren Kontakt zu den internen Kontaktstellen aller Anschlüsse der Schaltungsanordnung gewährleisten. Bei stoffschlüssigen Verbindungen wird durch das "Aufgehen" der Kontaktstellen und bei stoffbündigen Kontakten durch das Erlahmen der Druckkräfte eine Funktionsstörung des gesamten Moduls in realer Zeit verursacht. Zur Erzielung einer höheren Lebensdauer sind aus der Literatur zu dieser Problematik viele Beschreibungen bekannt. Um das Erreichen einer unbegrenzten Lebensdauer wird gerungen.

Zur Erzielung höchster Packungsdichten in Modulen sind zumindest teilweise Druckkontakte für einzelne Schaltungsverbindungen zu realisieren und zum Erreichen einer großen Lebensdauer erforderlich. Die Technologie der Druckkontaktierung ist bedingt durch die Erfordernisse der Hermetisierung gegenüber der Atmosphäre relativ jung und in jüngster Zeit durch Schaffen aller Voraussetzungen für eine praktikierbare Technik relevant.

In DE 43 10 446 C1 wird ein Leistungsmodul mit Kühlbauteilen vorgestellt, das bei doppelseitigem Aufbau druckkontaktiert ist. Hier werden zwei spiegelbildlich angeordnete Schaltungsanordnungen mittels mechanischer Spannelemente lösbar schaltungsgerecht verbunden. Die einzelnen Elemente des Aufbaus stellen den Stand der mit der vorliegenden Erfindung vergleichbaren Technik dar. Die Erfahrungen einer solchen Anordnung waren Grundlage der eigenen Aufgabenstellung.

In DE 35 08 456 A1 wird ein Druckkontaktaufbau in seiner Anwendung bei der Herstellung von Leistungshalbleitermodulen beschrieben. Durch Verschraubungen wird die in dem Gehäuse vorhandene innere Spannkraft zum Drücken der Isolierkeramik bzw. der Leistungshalbleiter auf die Kühlfläche herangezogen. Das Nachlassen der Spannkraft des Gehäuses als Element des Druckaufbaues spricht gegen eine lange Lebensdauer der so aufgebauten Module.

In DE 91 13 498 U1 wird ein als Brückenelement ausgebildetes Gehäuse zum Druckaufbau verwendet. Die in einzelnen Teilbezirken des Brückenelementes unterschiedlichen Masseverteilungen können ein unterschiedliches Fließverhalten bei Wechselbelastung zeigen, wodurch die eingestellte Druckkraft in einzelnen Teilbezirken des Modulaufbaus verändert wird, was negative Wirkungen auf die Zuverlässigkeit haben kann.

DE 28 49 418 C2 zeigt einen Verbinder, der eine elektronische Baueinheit unter Druck an eine Leiterplatte festlegen kann. Dabei sind zur elektrischen Kontaktierung Druckfe-

dern vorgesehen. Die so hergestellte Baueinheit ist dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäusedeckel über Scharniere mit dem Gehäuse verbunden ist.

Dieser Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Modul hoher Leistungsdichte in hybridem Schaltungsaufbau und Druckkontaktausführung mit hoher Lebensdauer und Zuverlässigkeit vorzustellen, dabei können in dem Modul neben den Leistungsschaltern weitere aktive und passive elektronische Bauelemente integriert sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Maßnahmen des kennzeichnenden Teiles des Anspruches 1 gelöst, bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Eine einfache und zerstörungsfrei wiederholbare Kontaktierung ist für Bauteile und Schaltungsanordnungen der Leistungsklasse in Stromrichtern zu bevorzugen. Zerstörungsfrei lösbare Kontaktierungen können nur stoffbündig hergestellt werden. Bei dieser Verbindungstechnik müssen für eine Schaltungseinheit sichere Kontakte gegeben sein. Einerseits werden elektrisch sichere Kontakte an allen Kontaktstellen benötigt, es muß bei der Montage folglich ein gleichmäßiger Druckaufbau erreicht werden, also eine gute Druckverteilung auf alle Druckkontaktstellen erfolgen. Andererseits muß bei der Verwendung von federnden Verbindungen an jeder einzelnen Kontaktstelle für ein dynamisches Verhalten der einzelnen gedrückten Kontaktstellen und der Druckkontaktelemente bei unterschiedlicher thermischer und elektrischer Belastung gesorgt werden.

Beide Verbindungsarten dürfen bei Dauer- oder Wechselbelastung nicht ermüden, müssen also in der Konstruktion so gewählt sein, daß alle Aufbauelemente gleichartig in ihrer Lebenserwartung sind und in den Materialeigenschaften ein stabiles Langzeitverhalten unter Wechselbelastung ausweisen. In beiden Kontaktierarten ist es immer notwendig, die federnden Elemente in den Toleranzbereichen an allen Verbindungsstellen mit dem erforderlichen Anpreßdruck bei allen Betriebszuständen so zu gestalten, daß jede einzelne Kontaktstelle sicher kontaktiert wird und nicht durch sich aufbauende überhöhte Druckbelastungen an einzelnen Kontaktstellen eine mechanische Zerstörung des Aufbaus erfolgt.

Die erfindungsgemäßen Module für Leistungshalbleiterbauelemente kombinieren in sich die bekannten Kontaktierungsverfahren, die Einsatzgebiete werden erfindungsgemäß bis hin zur Leistungsklasse ausgedehnt. Der Erfindungsgedanken soll anhand der nachfolgend in Figuren veranschaulichten beispielhaften Aufbauten von Stromumrichtern näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt eine Skizze der drei Hauptaufbauteile eines erfinderischen Moduls.

Fig. 2 skizziert eine zweite Variante eines erfinderischen Moduls.

Fig. 3 bildet das Gehäuse eines erfinderischen Modul ab.

Fig. 4 skizziert den Querschnitt eines erfinderischen Druckstückes.

Fig. 5 zeigt den Querschnitt eines Gehäuses.

Fig. 6 erläutert den Querschnitt eines erfinderischen Moduls.

Fig. 1 zeigt eine Skizze der drei Hauptaufbauteile eines erfinderischen Moduls. Auf ein bestücktes Modulplättchen (1) wird ein bestücktes Gehäuse (20) gesetzt, das mittels verschraubtem Druckstück (30) zur Kontaktierung der Schaltungsanordnung des Modulplättchens mit einer entsprechend strukturierten Leiterplatte führt. Die nicht dargestellte Leiterplatte liegt dabei zwischen Gehäuse (20) und Druckstück (30).

Zur Herstellung des Modulplättchens (1) dient erfindungsgemäß eine Isolierkeramik (2) als Aufbauplate für die

gesamte Schaltungsanordnung des Moduls, sie verfügt, wie hier dargestellt, über mindestens eine zentralgelegene runde Öffnung (4). In den Randbereichen (6) der Durchbohrung und der Außenkontur ist diese Keramik (2), die vorzugsweise aus Aluminiumoxid hergestellt wurde, nicht metallisiert. Alle übrigen Flächen tragen ein- oder zweiseitig Metallkaschierungen (8), vorzugsweise aus Kupfer, diese sind ein- oder beidseitig nach den elektrischen Isolationsanforderungen der Schaltungsanordnung strukturiert oder unstrukturiert.

Auf die schaltungsgerecht strukturierte Metallkaschierung (8) der Isolierkeramik (2) werden alle für den Schaltungsaufbau erforderlichen Bauelemente, wie Leistungstransistoren (10), Dioden (12), Thermistoren (14) und Shunts oder andere elektronische Bauteile (16) aufgebracht. Vorzugsweise werden die vorgenannten Bauteile nach dem Stand der Technik gelötet und sodann gebondet (18). Erfindungsgemäß sind auf der Isolierkeramik (2) nach dem Aufbau der elektronischen Bauteile (10 bis 16) noch genügend Flächen der strukturierten Metallkaschierung (8) vorhanden, um die Sekundärkontaktierung der äußeren Anschlüsse vornehmen zu können.

Auf das Modulplättchen (1) wird das erfinderische Gehäuse (20) passgenau und orientiert aufgesetzt. Das Gehäuse wurde vor der Montage mit allen Druckkontaktfedern (22) bestückt, diese können in entsprechenden Gehäuseausbildungen eingerastet sein. Es ist sehr einfach, speziell angepaßte Gehäuseformen für die geplanten Kontaktfelder der Isolierkeramik zu erstellen, nachdem die Lage der Druckkontaktfedern (22) für die Schaltungsbedürfnisse entsprechend festgelegt ist. Das ist abhängig von den realisierten Sekundärverbindungselementen, beispielhaft der Lage der Leiterplatten in Relation zu dem Gehäuse (z. B. senkrecht oder parallel zur Oberfläche der Isolierkeramik).

Das Gehäuse (20) besteht aus einem druck- und thermostabilen elektrischen Isolierstoff und sitzt nach der Montage passgenau auf dem nicht metallisierten Rand der Isolierkeramik (2) auf. Dabei ist der Häuserand (26) so konstruiert, daß er die Isolierkeramik umfängt, jedoch auch bei voller Druckbelastung nicht über die Kanten der unteren Isolierkeramikfläche hinausragt. Dadurch wird gewährleistet, daß bei der Anwendung des, mit dem vorgeschriebenen Drehmomentes montierten, Moduls bei elektrischem Vollast-Betrieb in jedem Falle das als Grundplatte fungierende Modulplättchen (1) einen direkten und flächigen Wärmekontakt, gegebenenfalls mittels einer Wärmeleitpaste nach dem Stand der Technik, zu dem Kühlkörper hat. Zentriert besitzt das Gehäuse eine Ausbildung in Hülseform (28), die nach dem Aufsetzen, genau wie der Häuserand auf dem Keramikrand, passend auf dem nicht metallisierten Rand (6) der Durchbohrung (4) der Isolierkeramik (2) mit seinen Noppen aufsitzt wodurch die Durchbohrung (4) in gleicher Weise umfassen wird. Für die spätere Montage des Moduls ist ein Druckstück (30) bei sekundärem parallelem Aufbau von Leiterplatte und Kühlkörper erforderlich. Das Druckstück ist mit einer Justieröffnung (32) versehen, um eine unverwechselbare genaue Montage zu der Lage des Gehäuses (20) mit seiner Justiernoppe (25) zu erreichen. Passgenau zu der mindestens einen Öffnung in dem Modulplättchen (1) und der mindestens einen Hülse (28) des Gehäuses (20) besitzt das Druckstück (30) mindestens eine Durchführungsöffnung (34) für das Befestigungselement (40). Die Durchführungsöffnung (34) ist so konstruiert, daß die erforderlichen Druckkräfte nach dem Verspannen des Moduls sicher aufgefangen werden. Das Druckstück (30) selbst ist vorzugsweise aus einem stabilen, mit Glasfasern verstärktem isolierenden Kunststoff geformt und geometrisch so gestaltet, daß es zumindest die flächige Ausdehnung der Federele-

mente (22) überdeckt.

Für den Einsatz wird das in Fig. 1 beschriebene Modul durch Vergießen eines Teiles des durch das Modulplättchen (1) und das Gehäuse (20) nach Zusammenfügen gebildeten Hohlraumes mittels eines Weichvergusses aus Silikonkautschuk vorbereitet. Zum Vergießen wird das Gehäuse (20) und das Modulplättchen (1) nach dem Zusammenfügen auf eine den Silikonkautschuk trennende und dichtende Unterlage positioniert, unter Druck gesetzt, mit den gemischten nicht ausgehärteten Komponenten des Zweikomponenten-Silikonkautschuks befüllt und unter Beibehalten des angelegten Druckes ausgehärtet, wodurch der Silikonkautschuk seine technologisch eingestellte Viskosität erreicht und dadurch alle Innenaufbauten hermetisiert und elektrisch voneinander und untereinander isoliert. Im druckfreien Zustand werden die Module in diesem Fertigungsgrad zum Einsatzort verbracht.

Fig. 2 skizziert eine zweite Variante eines erfinderischen Moduls. Für eine sehr große Leistungsdichte sind alle Leistungshalbleiterbauelemente (10) auf dem Modulplättchen (1) positioniert und durch Bonden (18) schaltungsgerecht untereinander verbunden. Die Isolierkeramik verfügt über zwei Durchbohrungen (4), im übrigen ist der Modulplättchenaufbau analog zu dem unter Fig. 1 beschriebenen. In das Gehäuse (20) sind Druckkontaktfedern (22 in Fig. 1) für die Kontaktierung der Hilfsanschlüsse, wie Gate-, Stromsens- oder Thermistorkontakte, und eine davon differente Druckkontaktfeder (24) für die Kontaktierung der drei Wechselstromeingänge und der Gleichstromausgänge des dargestellten Umrichters.

Zwei Noppen (25) sind in den Ecken des Gehäuses zur Justage der darauf zu positionierenden Leiterplatte, die hier nicht dargestellt ist, und (oder alternativ) zum orientierten Aufsetzen des Druckstückes (30) ausgebildet. Nach dem analog zu Fig. 1 durchgeführten Zusammenfügen und Vergießen mit Silikonkautschuk erfolgt einsatzspezifisch der weitere Aufbau. Auf das Gehäuse (20) wird die nach dem Stand der Technik vorgefertigte und bestückte starre Leiterplatte orientiert aufgelegt. In den meisten Aufbauvarianten ist die Leiterplatte aus mehreren Lagen zusammengefügt und teilweise beidseitig mit den für die Schaltung erforderlichen elektronischen Bauteilen versehen. Dabei ist der Teil der unteren Lage der Leiterplatte, der die Fläche des Gehäuses (20) aufliegend überdeckt, ohne Bauelementebestückung.

Die mittleren Lagen sind insbesondere für die Gleichstrom-Zwischenkreise in flächiger Ausführung reserviert. Die obere Bestückungslage der Leiterplatte kann insbesondere einseitig kontaktierbare Bauteile in dem Bereich der Deckelfläche enthalten. Dazu sind dann in das Werkzeug zur Herstellung des Druckstückes entsprechend positionierte Erhebungen auszuarbeiten.

Durch Befestigung an einem Kühlkörper, der nicht dargestellt wurde, wird das Modul mit der Leiterplatte elektrisch schaltungsgerecht druckkontaktiert. Die Druckfedern verbinden elektrisch zuverlässig alle entsprechenden Kontaktstellen des Modulplättchens (1) mit den Kontaktstellen der Leiterplatte. Die Dauerelastizität der Druckfedern (22 in Fig. 1) und Ringfedern (24) sorgen für eine ausgezeichnete Lebensdauer der Schaltungsanordnung und eine sehr gute Wechselastbeständigkeit.

Fig. 3 bildet das Gehäuse (20) eines variierten erfinderischen Moduls aus der Unteransicht ab. Hier ist eine der Justagenoppen (25) teils verdeckt zu sehen. Analog der Fig. 1 werden hier nur Druckkontaktfedern (22) verwendet. Hier ist das auf den Keramikkontaktflächen (8 in Fig. 1) aufsitzende Ende der Feder (22) sichtbar. Dargestellt ist weiterhin im Detail der untere Rand mit seinen plastischen Erhebun-

gen (21) zum Höhenausgleich und zur justierten Auflage auf den Außenrändern (6 in Fig. 1) der Keramik und der hier dargestellten einen Durchführung (28). Die Gehäuseerhebungen (21) sind weiterhin dazu erforderlich, um dem Silikonkautschuk, der über separat dafür vorgesehene Gehäusedurchführungen (27) eingefüllt wird, in flüssiger Phase ein gleichmäßiges Verlaufen in allen Keramikregionen zu ermöglichen, wodurch gleichzeitig eine sichere elektrische Isolation realisiert werden kann. Die Hülse (28) für die Verschraubung des Gehäuses (20 in Fig. 1, 2) ist in ihrer Länge so dimensioniert, daß sie in die Durchbohrung (4 in Fig. 1) der Isolierkeramik (2 in Fig. 1) hinein-, jedoch nicht über die Kühlaufschlagfläche hinausragt. Sie besitzt für die Isolationsfestigkeit des Moduls eine hervorhebende Rolle.

Fig. 4 skizziert den Querschnitt eines erfinderischen Druckstückes (30). Dargestellt ist die Justieröffnung (32) zur orientierten Montage auf der Leiterplatte und der Oberfläche des Gehäuses (20). Zu Isolationszwecken ist die Durchführungsöffnung (34) für die Befestigungselement (40) in der Ausbildung so gestaltet, daß eine Verlängerungshülse (38) vorhanden ist. Deren Länge und Durchmesser ist passgenau auf das Gehäuse (20) abgestimmt.

Fig. 5 zeigt den Querschnitt eines Gehäuses (20). Dargestellt ist eine Gehäusedurchführung (23) in der Form einer Hülse für die Aufnahme der Druckkontaktfeder (22 in Fig. 1, 3) und eine Hülse in die die Verlängerung (38 der Fig. 4) mit ihrer Öffnung (34) für die Durchführung des Befestigungselementes (40) zur späteren Befestigung geführt wird. Die Hülse (23) ist am unteren Ende verjüngt, um eine passgenaue Montage der Druckkontaktfeder (22 in Fig. 1, 3) ausführen zu können. Die Erhebungen (21) im Gehäuseunterrand (26) und deren geometrische Ausdehnung sowie eine Justiermulde (25) sind skizziert. Die Gehäuseoberfläche (29) muß eben und statisch stabil zur Aufnahme der Druckkräfte der Leiterplatte nach der Druckbeaufschlagung durch die in Fig. 1 dargestellten Befestigungselemente (40) über das Druckstück (30) gestaltet sein.

Fig. 6 erläutert den Querschnitt eines erfinderischen Moduls. Das Modulplättchen (1) bestehend aus der Isolierkeramik (2) mit den bestückten Bauelementen (10, 12, 14) befindet sich in gebondetem (18) Zustand. Passgenau überlappt das Gehäuse mit seinen Rändern (26) die Ränder des Modulplättchens und sitzt mit seinen Erhebungen im Gehäuse- rand (21) auf dem nicht metallisierten Rand (6) der Isolierkeramik (2) auf. Die Druckkontaktfedern (22) und Ringfedern (24) liegen druckfrei auf den entsprechenden Kontaktstellen der Metallschichtung (8) der Isolierkeramik (2). In dem Hohlraum des Gehäuses können weitere elektrisch nahe an den Modulplättchen zu positionierende Bauelemente oder Spulen (19) befestigt werden, die ihrerseits untereinander und mit anderen Kontakten, über beispielhaft flexible Leiterplatten (17), elektrisch verbunden sind. Thermisch stabile elektrische Bauelemente können so direkt in das Modul eingebaut werden, um z. B. parasitäre Effekte zu minimieren.

Die erfinderischen Module arbeiten nach dem Druckkontaktprinzip, die Kühlkörper sind nicht Bestandteil der erfinderischen Lösung. Sie können später beim Einbau des Moduls zum Kompletieren hinzugefügt werden. Aus der dargestellten Aufbauweise ergeben sich einige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik:

1. Alle kostenmäßig belastenden Kontakte sind lösbar, Auswechselungen einzelner Bauteile können zerstörungsfrei für alle übrigen vorgenommen werden.
2. Die Federelemente übernehmen neben der direkten elektrischen Kontaktierung außerdem zusammen mit den Gehäuseausbildungen die Funktion eines Druck-

elementes zum Andrücken des Modulplättchens auf die Kühlfläche.

3. Die elektrische Isolation der Bauteile untereinander und die Hermetisierung gegenüber der Umgebung ist durch einen technologisch einfach zu beherrschenden Prozeß realisierbar.

4. Die Positionierung aller Bauteile ist ohne störende Hilfsformen in einfacher Weise zuverlässig und präzise möglich.

5. Durch die Erhebungen (21) in den Häuserändern sind gleichmäßige Druckverhältnisse zwischen Bauteil und Kühlkörper realisierbar und die Gehäusetoleranzen werden abgefangen.

6. Für senkrecht zur Modulaufbauebene erforderliche Sekundärkontaktierung über eine gesteckte Leiterplatte sind über entsprechend geformte Druckkontaktfedern einfache Lösungsvarianten für solcherart hergestellter Module ohne Druckstück (30) realisierbar.

7. Eine Gehäusekonstruktion mit Rasterausbildung der Hülse (23) für die Druckkontakte ermöglicht individuelle Bestückungsvarianten bei einheitlichem Gehäuse.

8. In das Gehäuse sind weitere Elektrische Bauteile und Funktionsgruppen einbaufähig und über Leiterplatten untereinander und zu den übrigen Anschlüssen kontaktierbar.

9. Durch den Einsatz eines Federmaterials mit geringem Kriechverhalten und einer guten Wärmebeständigkeit, wie z. B. Kupfer- Beryllium- Verbindungen, Kupfer- Zinn- Legierungen oder anderer kaltformbarer elektrisch gut leitender Federmaterialien, sind hochwertige dauerelastische Verbindungen herstellbar.

10. In die Druckstücke sind Ausnehmungen einarbeitbar, um weitere Bauelemente platzorientiert und kostengünstig kontaktierbar positionieren zu können.

11. Mit lediglich einem Befestigungselement, insbesondere bei kleinen Modulgrößen wird die funktionelle Sicherheit des Moduls erreicht und es werden alle elektrischen und Wärmekontakt- Verbindungen hergestellt.

12. Der Wärmeübergang vom Modul zum Kühlkörper ist sehr günstig, da keine zusätzlichen Wärmeübergangsstellen vorhanden sind.

Patentansprüche

1. Leistungsmodul mit Halbleiterbauelementen mit mindestens einem Modulplättchen (1), auf dem mindestens ein chipförmiges Leistungshalbleiterbauelement (10) und Kontaktflächen (8) vorhanden sind, wobei jedes Bauelement mit zugehörigen Kontaktflächen mittels Verbindungselementen elektrisch leitend verbunden ist und mit einem Gehäuse (20), das für Druckkontakte ausgebildet ist, wobei das Modulplättchen (1) an seinen aufbauseitigen Kontaktflächen (8) über Druckfedern (22, 24), die in dem Gehäuse (20) schaltungsge- recht positioniert sind, mit den Kontaktflächen von Leiterplatten durch mindestens ein Befestigungselement (40) beim Befestigen auf Kühlflächen elektrisch verbunden und mechanisch unter Druck gesetzt wird, während das Gehäuse (20) im Verbund mit einem Druckstück (30) durch dessen Formgebungen für einen parallelen Aufbau und eine gute Druckverteilung an allen Kontaktstellen sorgen, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Modulplättchen (1) mindestens eine zentral gelegene Durchbohrung (4) vorhanden ist, durch die das mindestens eine Befestigungselement (40) zur Druckkontaktierung geführt wird und daß das Gehäuse

- (20) mindestens eine Hülse (28) zur hochspannungsfest isolierten Durchführung des mindestens einen Befestigungselements (40) aufweist, wobei einerseits durch die Hülsen (28) des Gehäuses (20) und durch das Druckstück (30) in Zusammenwirken mit einem ausgehärteten Silikonverguß die elektrische Isolation und Hermetisierung erreicht wird und wobei andererseits mittels Noppen (25) eine verdrehungssichere Justage des Moduls mit der Leiterplatte bei der durch Verschrauben bewirkten Druckkontaktierung erzielt wird.
2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Modulplättchen (1) auf seiner Bestückungsseite Kontaktflächen (8) aus einem strukturierten leitenden Material aufweist, wobei die Struktur für das Befestigen von Leistungshalbleitern wie Transistoren (10) und Dioden (12, 14), Widerständen und Sensoren (16) sowie deren schaltungsgerechte Verbindungen (18) untereinander und für die Positionierung der Kontaktfedern (22, 24) geeignet ist.
3. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (20) aus einem thermoplastischen Stoff mit guter Temperaturbeständigkeit gebildet wurde, das über eine Vielzahl von Durchführungen (23, 27, 28) für das Befüllen mit einer Vergußmasse, für die Aufnahme von Druckkontaktfedern (22, 24) und mindestens ein Befestigungselement (40) verfügt, und eine druckbelastbare Oberfläche (29) besitzt.
4. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckstück (30) aus einer mechanisch stabilen und elektrisch isolierenden Masse gebildet wurde, die passgenau zur Oberfläche (29) des Gehäuses (20) gestaltet ist und Ausbildungen in der Form von Hülsen (38) zur elektrisch hochspannungsfest isolierten Durchführungen für Befestigungselemente (40) aufweist.
5. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Bauteile des Moduls wie Modulplättchen (1), Gehäuse (20), Druckkontaktfedern (22, 24) und das Druckstück (30) zerstörungsfrei demontierbar und damit auswechselbar sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

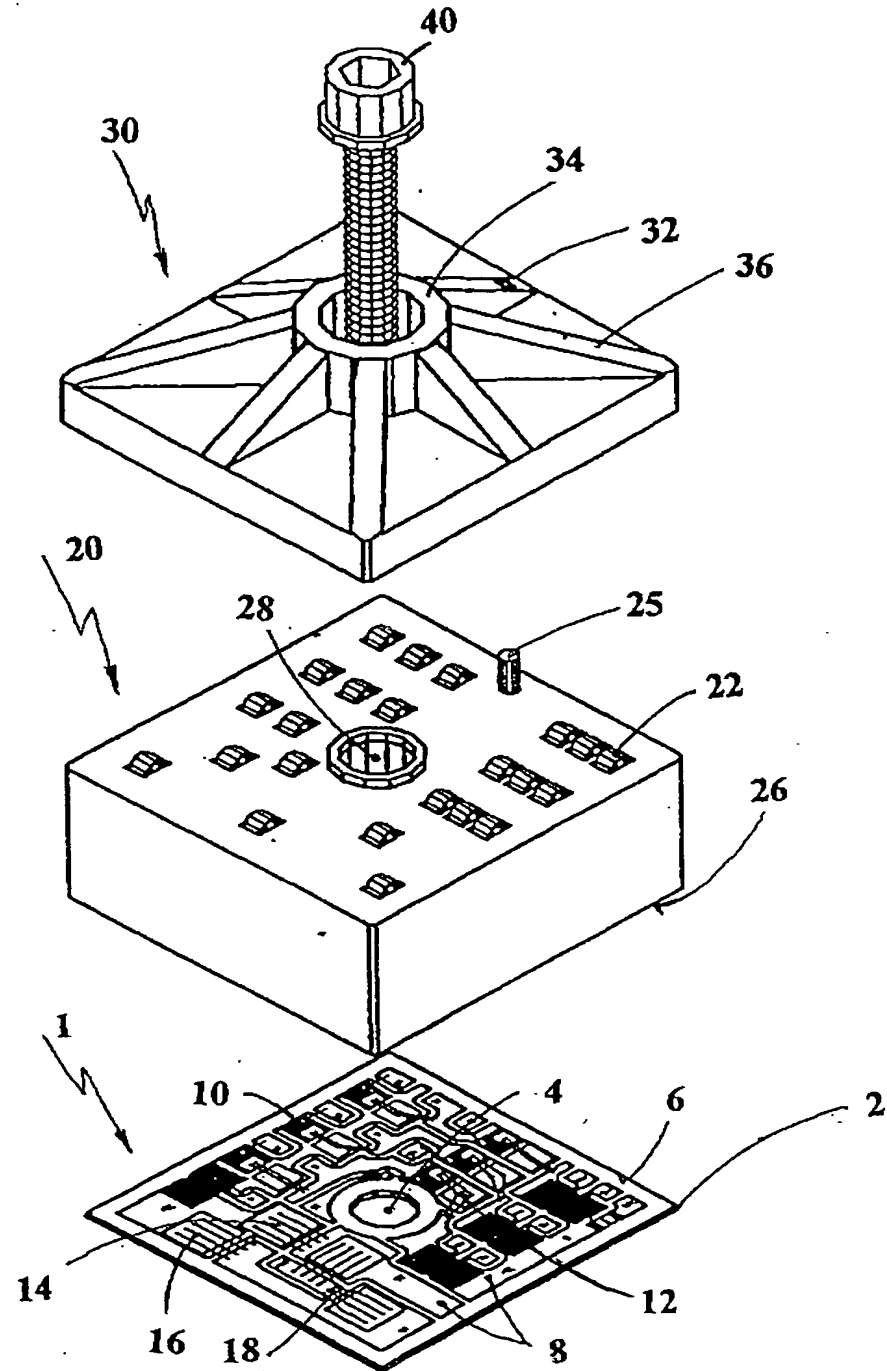


Fig. 1

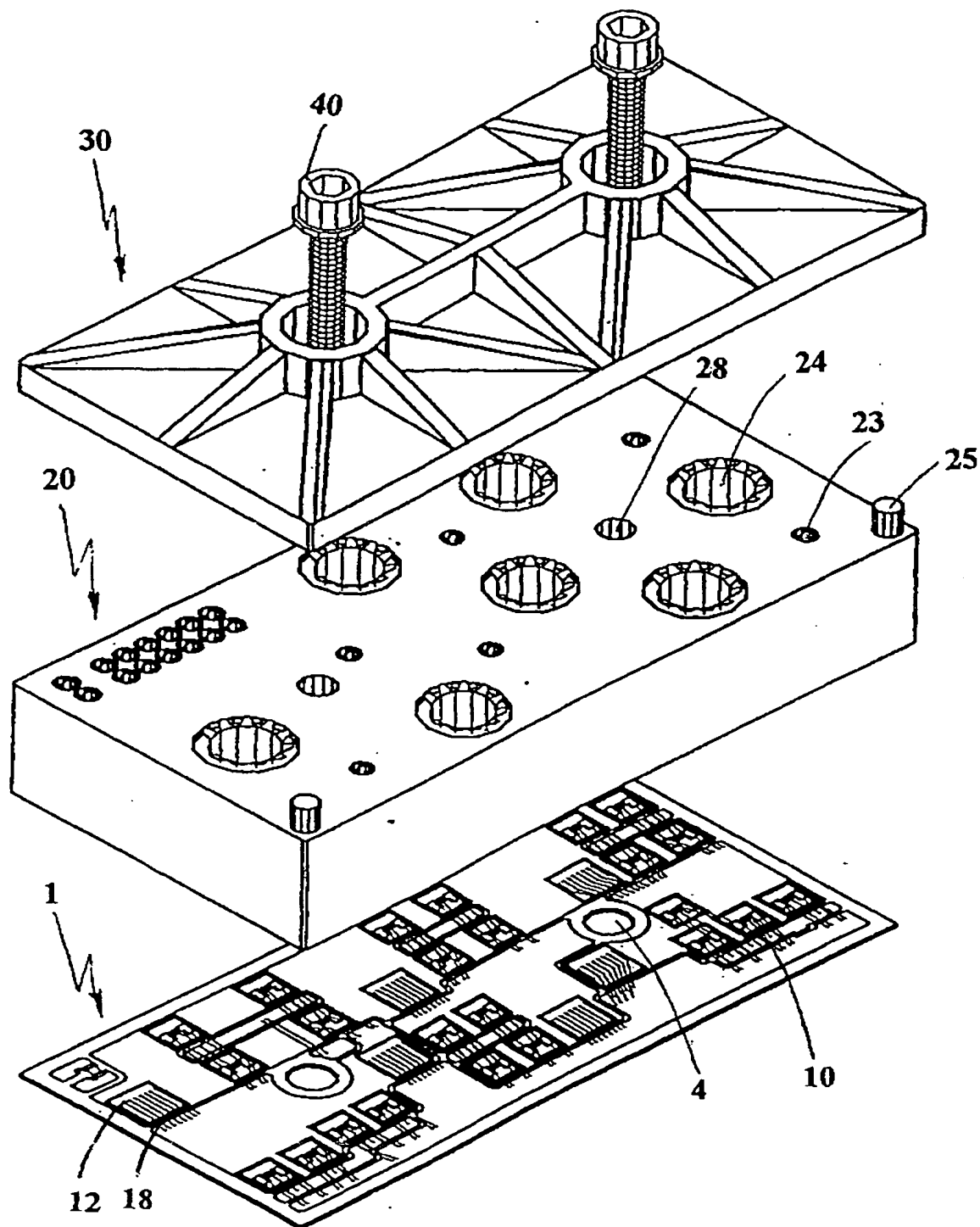


Fig. 2

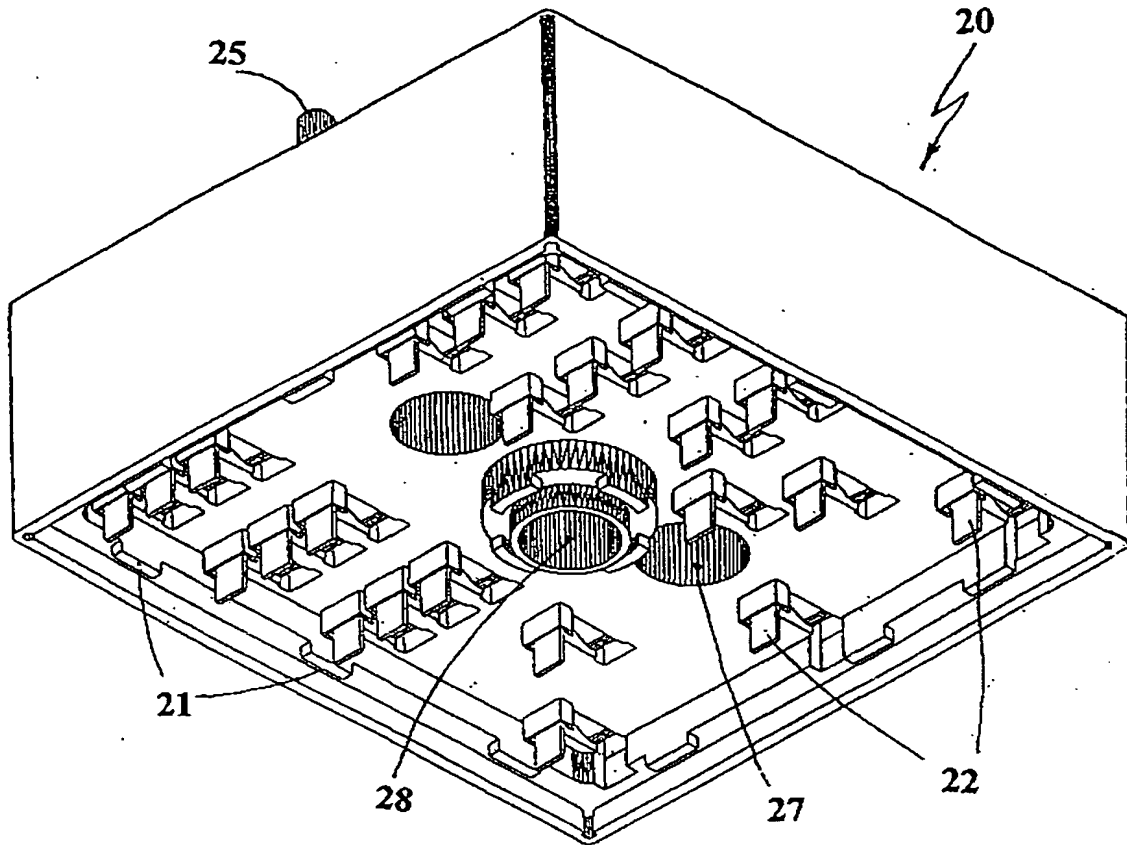


Fig. 3

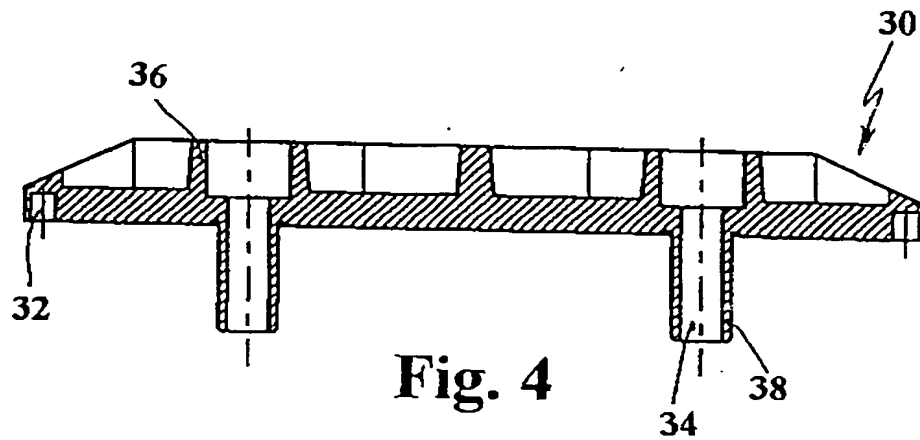


Fig. 4

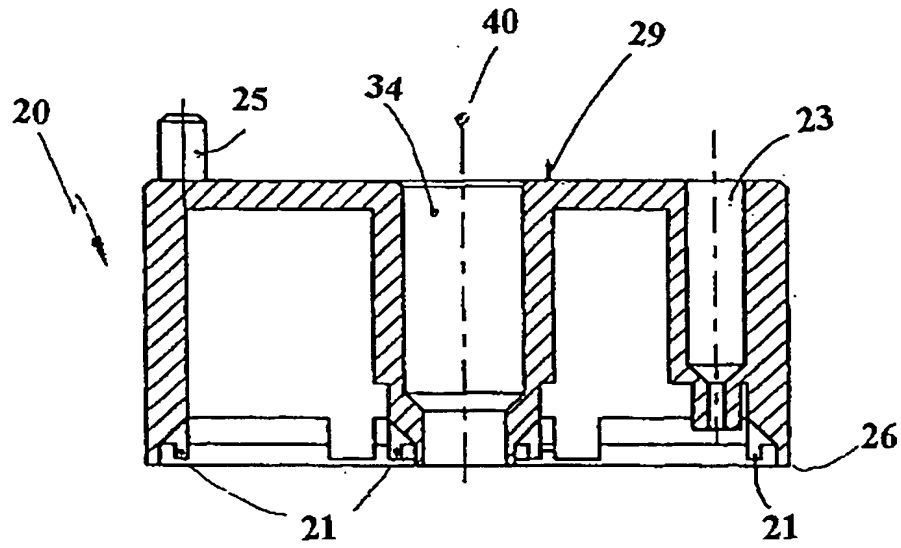


Fig. 5

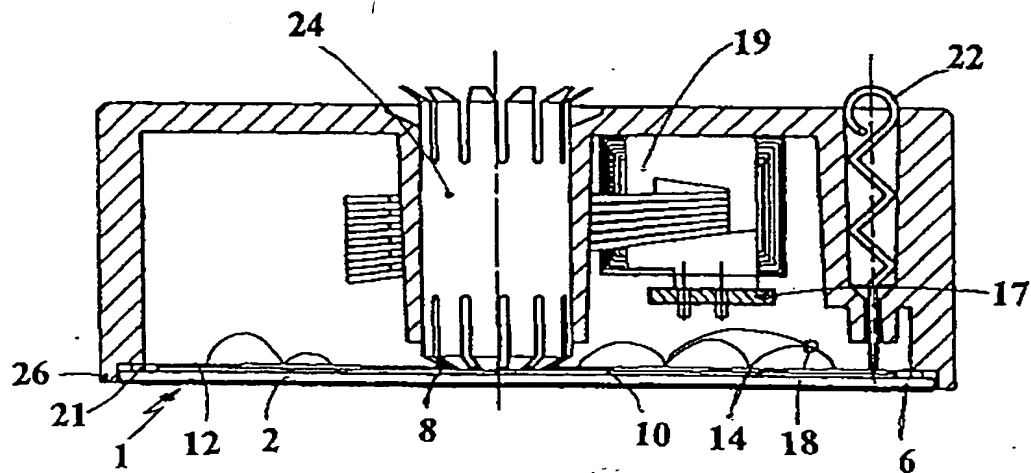


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.